

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANÁLISE DE UMA SESSÃO DE TREINO DE FORÇA COM
REPETIÇÃO PARCIAL E TOTAL EM ATLETAS DO
POWERLIFTING PARALÍMPICO**

TANISE PIRES MENDONÇA

São Cristóvão
2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**ANÁLISE DE UMA SESSÃO DE TREINO DE FORÇA COM
REPETIÇÃO PARCIAL E TOTAL EM ATLETAS DO
POWERLIFTING PARALÍMPICO**

TANISE PIRES MENDONÇA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Felipe José Aida Martins

São Cristóvão
2019

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

M539a Mendonça, Tanise Pires
Análise de uma sessão de treino de força com repetição parcial e total em atletas do powerlifting paralímpico / Tanise Pires Mendonça ; orientador Felipe José Aidar Martins. – São Cristóvão, SE, 2019.
46 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

1. Força muscular – indicadores. 2. Músculos. 3. Edema. 4. Treinamento com peso. 5. Atletas com deficiência. I. Martins, Felipe José Aidar, orient. II. Título.

CDU 796.015.52-056.26

TANISE PIRES MENDONÇA

ANÁLISE DE UMA SESSÃO DE TREINO DE FORÇA COM
REPETIÇÃO PARCIAL E TOTAL EM ATLETAS DO
POWERLIFTING PARALÍMPICO

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito para obtenção do grau de Mestre
em Educação Física.

Aprovada em: ____/____/____

Profº Dr. Felipe José Aidar Martins

Profº Dr. Silvan Silva Araújo

Profº Dr. Eduardo Kalinine

Parecer

AGRADECIMENTOS

Quisera eu possuir qualidades extraordinárias para agradecer a todos e dizer o que cada um representa para mim. Sendo assim, agradeço a todos singelamente.

Agradeço a Deus sinceramente. Gostaria de dizer que desejo Te abraçar e dizer a todos que a melhor dádiva que recebi foi a unção do Teu Espírito, que me convenceu e me fez chegar a ti, tornando o meu corpo templo e morada do Espírito Santo. Obrigada.

Agradeço à minha família por ter suportado comigo todas as turbulências da vida. Com eles encontrei o que mais procurava: o amor, o amor pela vida e pelo Autor da vida. Encontrei a felicidade. Obrigada aos meus pais, irmãos, sobrinhas, tias (os), primos (as).

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Sergipe por tudo que me proporcionou., aos professores. Simplesmente, obrigada.

Agradeço ao meu orientador o Prof. Dr. Felipe Aidar que me ensinou que se eu quisesse o perfume das flores, teria que sujar minhas mãos para cultivá-las; que se eu quisesse um lugar no pódio, não poderia desprezar a labuta dos treinos; e me ensinou que “rapadura é doce, mas não é mole não”. Obrigada.

A todos que direta ou indiretamente, amigos e colegas, contribuíram significativamente na caminhada e conclusão de mais essa etapa em minha jornada acadêmica. Agradeço em particular aos amigos que levo para a vida – Ângelo, Andrés, Marcelo, Natalie, Uilien. Obrigada.

RESUMO:

Introdução: O *Powerlifting* Paralímpico é um esporte no qual a força dos membros superiores é avaliada, sendo o supino adaptado o único movimento realizado. O treinamento visa o ganho de força, que usa a amplitude de movimentos como uma das variáveis para o desenvolvimento da força máxima.

Objetivo: Avaliar o efeito de uma sessão de treino com repetições parciais (130% 1RM – uso de Boards) e totais (90% 1RM) sobre o índice de fadiga (IF), o pico de torque (PT), tempo até o Pico de Torque (Tempo), taxa de desenvolvimento da força (TDF), a espessura muscular (USG) e a ativação dos músculos (EMG) em atletas do *Powerlifting* Paralímpico (PP). Participaram 12 atletas de nível nacional do PP, durante três semanas (com $28,60 \pm 7,60$ anos, $71,80 \pm 17,90$ kg) e com experiência de treino mínima de 12 meses. Foi realizada uma ANOVA (Two Way) para medidas repetidas, e Post Hoc de Bonferroni, com $p < 0,05$.

Resultado: Não foram encontradas diferenças significativas nos indicadores de força, (IF: 76,12 e 61,02; TDF: 640,43 e 602,78; Tempo: 0,72 e 0,64 e PT: 1119,68 e 771,63N) nas condições com repetições parcial e total, respectivamente. Com relação a ativação muscular mensurada através do EMG não houve diferenças significativas entre os músculos avaliados durante os exercícios. Já no edema na porção Clavicular do Músculo Peitoral Maior (3,03 e 3,34 cm, $p=0,001$) e Porção Eterna (2,97 e 3,33 cm, $p=0,001$) houve diferenças significativas entre as intervenções com repetições parciais e totais, respectivamente.

Conclusão: Foi verificado que o treino com repetições parciais e com repetições completas não apresentaram diferenças significativas nas variáveis de força e ativação muscular, apesar do treino com repetições parciais ter sido realizado com cargas absolutas maiores. O treino com repetições completas teve um edema significativo em relação ao com repetição parcial, o que tende a proporcionar uma fadiga aumentada por ocasião do treino.

Palavras-chave: Repetições parciais e totais, indicadores de força, edema muscular, ativação muscular e *Powerlifting* Paralímpico.

ABSTRACT:

Introduction: Paralympic Powerlifting is a sport that is not an exercise force. The training aims at gaining strength, which uses a range of motion as one of the variables for the development of maximum strength.

Objective: To evaluate the effect of a training session with partial (130% 1RM) and total (90% 1RM – use of Boards) on fatigue index (IF), peak torque (PT), time to peak torque, strength development rate (TDF), muscle thickness (USG) and muscles activation (EMG) in Paralympic Powerlifting (PP) athletes. Twelve athletes of national level of the PP participated, during three weeks (with 28.60 ± 7.60 years, $71,80 \pm 17,90$ kg) and with experience of minimum training of 12 months. An ANOVA (Two Way) was performed for repeated measures, and Bonferroni Post Hoc, with $p < 0.05$.

Results: There were no significant differences in the strength indicators (IF: 76.12 and 61.02, TDF: 640.43 and 602.78, Time: 0.72 and 0.64 and PT: 1119.68 and 771, 63N) under conditions with partial and total replications respectively. Regarding the muscular activation measured through the EMG, there were no significant differences between the muscles evaluated during the exercises. As for edema in the Clavicular portion of the Greater Pectoral Muscle (3.03 and 3.34 cm, $p = 0.001$) and External Portion (2.97 and 3.33 cm, $p = 0.001$) there were significant differences between the interventions with partial repetitions and totals respectively.

Conclusion: It was verified that the training with partial repetitions and with complete repetitions did not present significant differences in the variables of strength and muscular activation, although the training with partial repetitions was performed with greater absolute loads. Training with complete repetitions had a larger edema, which tends to provide increased fatigue during training.

Keywords: Partial and total repetitions, indicators of strength, muscular edema, muscular activation and Parallel Powerlifting.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Movimento Paralímpico – <i>Powerlifting</i>	13
2.2 Força Muscular.....	14
2.3 Espessura Muscular.....	16
2.4 Ativação Muscular.....	17
3 OBJETIVOS.....	20
3.1 Objetivo Geral.....	20
3.2 Objetivos específicos.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
4.1 Desenho do Estudo.....	21
4.2 Amostra.....	22
4.3 Instrumentos e Procedimentos.....	22
4.3.1 Medida de Força.....	23
4.3.2 Medida de Espessura Muscular – Ultrassonografia.....	24
4.3.3 Medida de Ativação Muscular – Eletromiografia.....	25
4.3.4 Determinação da Carga.....	26
4.3.5 Aquecimento.....	26
4.3.6 Teste com <i>Boards</i>	27
4.3.7 Teste com Amplitude Total.....	27
4.4 Análise Estatística.....	27
5 RESULTADOS.....	29
6 DISCUSSÃO.....	32
6.1 Indicadores de Força.....	32
6.2 Espessura Muscular.....	33
6.3 Ativação Muscular.....	34
8 CONCLUSÃO.....	37
9 REFERÊNCIAS.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – Desenho Experimental.....	21
FIGURA 2 – Métodos de Execução do Supino.....	23
FIGURA 3 – Índice de Fadiga.....	29
FIGURA 4 – Pico de Torque.....	29
FIGURA 5 – Tempo até o Pico de Torque.....	30
FIGURA 6 – Taxa de Desenvolvimento da Força.....	30
FIGURA 7 – Espessura Muscular da Porção Clavicular.....	30
FIGURA 8 – Espessura Muscular da Porção Eterna.....	30

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – Caracterização dos Sujeitos.....	22
TABELA 2 – Carga Levantada em Newtons.....	29
TABELA 3 – Ultrassonografia.....	30
TABELA 4 – Eletromiografia.....	31

1 INTRODUÇÃO

Os estudos na área esportiva têm servido como um suporte para os programas de treinamento do alto rendimento (Amadio e Serrão 2007; Santos e Guimarães 2002). Por outro lado, há pouco escrito sobre as práticas esportiva de pessoas com deficiência, menos ainda sobre o *Powerlifting* Paralímpico. Limitando-se, muitas vezes, a estudos sobre lesões e critérios de classificação (Willick, *et al.*, 2015).

Foi nos Jogos de 1964, em Tóquio, que surgiu o *Powerlifting* Paralímpico, cujo único movimento realizado é o supino adaptado. A modalidade consiste no competidor abaixar a barra até o peito e em seguida levantá-la até que os cotovelos estejam plenamente estendidos (*International Paralympic Committee*, 2018).

Dessa forma, o esporte é caracterizado pelo treinamento voltado para o ganho de força, visando à promoção de adaptações específicas e a complexa interação das variáveis intervenientes (Bird *et al.*, 2005). Dentre as variáveis que podem ser utilizadas no treinamento de força, e que tendem a influenciar positivamente no desenvolvimento da força máxima, está a amplitude de execução do movimento (Massey *et al.*, 2004, 2005). Esta seria definida, como o movimento angular de uma articulação, podendo ser aplicado total ou parcialmente (Enoka, 2000). Sendo que durante a realização de um exercício, o músculo gera tensão em diferentes comprimentos, resultando em variação da força produzida ao longo da amplitude (Aagaard *et al.*, 2000).

Os exercícios com amplitude total de movimento são realizados com a maior amplitude do movimento possível, tanto pela posição do corpo quanto pelas articulações envolvidas (Fleck e Kraemer, 2017). Se ao longo da amplitude ocorre variação da força (Aagaard *et al.*, 2000), os autores Fleck e Kraemer (2017) pressupõem que, para o desenvolvimento de força na amplitude total de movimento articular, o treino deve ser realizado na amplitude total.

Os exercícios com repetição parcial de movimento são executados em uma amplitude menor. Para Fleck e Kraemer (2017), os que defendem essa técnica acreditam que o praticante aumenta sua força máxima, pois a utilização de uma menor amplitude de movimento permite o uso de cargas muito pesadas. Os autores também afirmam que um possível motivo no aumento na força com treino com

repetições parciais é a ocorrência das adaptações neurais, como um maior recrutamento de fibras musculares.

Assim, quando o objetivo do treino é potencializar e impor uma variabilidade ao treinamento de força, o uso da amplitude parcial e completa pode resultar num aumento da força máxima e da espessura muscular, tendo como consequência o aumento do diâmetro das fibras musculares e do número de elementos que realizam a contração (Baroni *et al.*, 2017, Bazylar *et al.*, 2014; Pinto *et al.*, 2012).

As pesquisas que investigaram os exercícios com repetições parciais e totais foram realizadas, em sua maioria, com homens saudáveis e treinados. Por exemplo, Baroni *et al.* (2016), avaliaram, em 14 homens saudáveis, a magnitude do dano muscular e o tempo de recuperação nas repetições com amplitude parcial e total do movimento na flexão do cotovelo. Bazylar *et al.* (2014), realizaram sua pesquisa com amplitude de movimento no agachamento, em 17 homens treinados. Assim como, Valamatos *et al.* (2018), buscaram determinar o efeito de um treinamento resistido com amplitude total e parcial de movimento, em homens treinados e não treinados.

Mookerjee e Ratamess (1999), investigaram uma sessão de treino de supino com homens saudáveis e com experiência em treinamento com pesos, incluindo repetições com amplitude total possível e amplitude parcial do movimento. Outros autores que também investigaram a amplitude do movimento no supino em homens saudáveis e treinados foram Clark *et al.* (2008 e 2011), Massey *et al.* (2004 e 2005), Rocha Jr *et al.*, (2007).

Recentemente, os autores Newmeri e Willoughby (2018), fizeram uma breve revisão dos estudos publicados sobre o treinamento de resistência com amplitude total e parcial de movimento, no tocante a hipertrofia muscular e possíveis mecanismos. De acordo com a revisão que os autores fizeram são poucos os estudos que comparam a amplitude parcial e total de movimento, e menos ainda com relação a hipertrofia.

Diante desse contexto, há uma grande necessidade de esclarecimentos sobre os treinamentos com amplitudes totais e parciais de movimento frente ao *Powerlifting* Paralímpico e o supino. Tendo em vista que são poucas as pesquisas científicas direcionadas a essa modalidade, e nenhum estudo foi encontrado na

literatura com relação ao nosso questionamento, tornou-se assim de suma importância a realização dessa pesquisa.

Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar o índice de fadiga, o pico de torque, tempo até o pico de torque, a taxa de desenvolvimento de força, a espessura muscular e a ativação dos músculos envolvidos numa sessão de treino com repetição total e parcial no *Powerlifting* Paralímpico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Movimento Paralímpico – *Powerlifting*

O *Powerlifting Paralympic* é um esporte no qual a força dos membros superiores é avaliada, sendo o supino adaptado o movimento a ser realizado. Os competidores devem abaixar a barra até o peito, segurá-la imóvel, e em seguida levantá-la até que os cotovelos estejam plenamente estendidos (IPC, 2018). Todo o movimento dura em média 05 segundos e vence quem levantar a maior carga possível, em sua categoria, dentro das 03 tentativas válidas. Neste exercício, os músculos mais requisitados tendem a ser o grande peitoral, deltoide anterior e tríceps (De Mello e Oliveira Filho, 2012).

O movimento paralímpico tem sua gênese recente, por volta de 1940, quando o neurocirurgião alemão Ludwig Guttman se estabeleceu na Inglaterra, para fazer pesquisas na Universidade de Oxford. A Inglaterra passava por um período no qual muitos soldados voltavam da guerra com lesões severas e aproximadamente 80% desses combatentes vinham a óbito durante a reabilitação. Em 1944, o Dr. Guttman, iniciou o atendimento aos lesionados de guerra, na unidade de lesões medulares, do hospital de Stoke Mandeville, em Aylesbury. O tratamento era feito com o esporte como parte da reabilitação, que tirava a atenção dos pacientes sobre passar o resto da vida em uma cadeira de rodas. A competição dentro do hospital era um elemento motivante na busca por melhor qualidade de vida e integração com o ambiente não hospitalar (De Mello e Oliveira Filho, 2012).

Os primeiros jogos de Stoke Mandeville foram realizados no terreno do hospital e coincidiu com os Jogos Olímpicos de Londres, em 1948. Em 1952, os militares holandeses lesionados aderiram ao movimento e os Jogos de Stoke Mandeville se tornaram internacionais. Os jogos continuaram a ser realizados anualmente no hospital, até que em 1960, foram realizados em Roma após os Jogos Olímpicos. Mas só em 1988, a nomenclatura dos jogos e do movimento seria definida no evento realizado em Seul, denominado oficialmente de Jogos Paralímpico. E o termo “Para” vem justamente da ideia dos Jogos andarem juntos, em paralelo, um ao lado do outro (De Mello e Oliveira Filho, 2012).

Atualmente, o Comitê Paralímpico Internacional é a entidade que organiza e desenvolve o esporte paralímpico, e conta com 25 modalidades no programa paralímpico, dentre elas está o *Powerlifting* (halterofilismo), que inicialmente, tinha o nome de *Weightlifting* (levantamento de peso), no qual apenas os homens com lesão medular podiam competir. A primeira participação do *Powerlifting* Paralímpico foi nos Jogos de 1964, em Tóquio. Hoje, a competição aloca várias deficiências, como: lesão medular, paralisia cerebral, sequelas de pólio, membros inferiores amputados, dentre outras, desde que preencham os critérios mínimos de incapacidade elegíveis para o esporte. A visão do IPC é “permitir que os Paratletas atinjam a excelência esportiva, inspirem e estimulem o mundo” (IPC, 2018).

O *Powerlifting* Paralímpico é a única modalidade que é dividida por categoria de peso corporal, assim como o *Powerlifting* Convencional. São dez categorias feminina que vão de -41kg a +86kg; e dez categorias masculina que vão de -49kg a +107kg. Essas categorias são divididas por grupos: Júnior (até 20 anos); adulto ou sênior (a partir de 21 anos) e máster (a partir de 40 anos). Podem participar das competições oficiais atletas com no mínimo 14 anos; das regionais, com 15 anos; e dos campeonatos mundiais e paralimpíadas, com 16 anos (IPC, 2018).

Nesse sentido, dá-se os primeiros passos, que visam minimizar os efeitos da realidade social frente ao esporte. Os eventos são cada vez maiores, mais pessoas praticando o esporte, melhores resultados, aumento do número de patrocinadores e no número de expectadores (IPC, 2018).

2.2 Força Muscular

À medida que os estudos no campo da força muscular crescem e se desenvolvem, torna-se cada vez mais importante conhecer as terminologias ao se descrever e discutir sobre tal campo, e assim evitar confusões e controvérsias desnecessárias (Knuttgen e Kraemer, 1987). Esses mesmo autores entendem a força como aquilo que muda ou tende a mudar o estado de repouso ou movimento do objeto; na esfera orgânica, é aquilo que o músculo gera quando está em estado de contração.

O ACSM (2011), compreende a força como a interação de dois corpos, o que por sua vez resulta na produção de movimento, assim esta mesma ação

acarreta na aceleração ou desaceleração, parada ou mudança na direção do mesmo.

A força no aspecto neuromuscular pode ser explicada como a capacidade da musculatura de produzir tensão muscular frente a uma resistência externa (Bompa, 2012), resultante da capacidade de recrutamento muscular de modo que um exercício e/ou ação tenha uma performance mais eficiente (Fleck e Kraemer, 2017). Os músculos além de ter o papel de manter a postura juntamente com a estrutura esquelética, por sua vez também geram tensão ou força para o movimento corporal (ACSM, 2011). Sendo assim, compreende-se como momento de torque o produto da força aplicada junto à distância perpendicular da linha de atuação da mesma até o eixo rotação (ACSM, 2011). Desta maneira, fica evidente que ao gerar força estes produzem torque, e que dependerá da excitação que recebe de fatores mecânicos e neurais, bem como velocidade e comprimento.

O tecido muscular esquelético detém elevada disposição plástica, tal plasticidade o permite se adaptar as variadas formas de treinamento físico e/ou reabilitação, o que permite o desenvolvimento da força e resistência muscular (Scott, Stevens, Binder–Macleod, 2001; Holzer, Ziltener, Menetrey, 2006). O grande fator de influência na adaptação do músculo frente ao treinamento é a aplicação da variação do torque, neste contexto, como forma de mensuração da quantidade de força máxima pelos músculos ou grupos musculares. Há diversas variedades nos métodos e estes por sua vez, visam determinar a presença de fraqueza, a evolução em programas de treinamento ou reabilitação, eficiência dos métodos aplicados e apontar a aptidão muscular (ACSM, 2011).

Alguns fatores que podem influenciar na mensuração da força muscular, são: comprimento ou angulação articular no qual o teste é realizado, tipo e/ou velocidade da contração, tempo de contração (ACSM, 2011). Estabelecendo uma relação com o treinamento de força, cabe destacar a importância de entender os aspectos relacionados à contração muscular. Por definição, a contração muscular é o encurtamento das fibras musculares como resposta a um estímulo nervoso. Dessa maneira, quando o corpo realiza qualquer movimento, estará realizando as contrações musculares (Knuttgen e Kraemer, 1987).

Diante desse contexto, o treinamento de força é um processo de grande importância no estímulo as adaptações neurais, de modo a recrutar os músculos

de forma mais eficiente no desempenho do exercício muscular (Fleck e Kraemer, 2017). E assim, a avaliação da força permite que o treinador e o atleta conheçam as capacidades físicas deste, para que o atleta chegar o mais perto possível da sua melhor performance no *Powerlifting* Paralímpico.

2.3 Espessura Muscular

De acordo com Fleck e Kraemer (2017), a área de secção transversal do músculo é proporcional à força muscular, que pode ser estimada pela espessura muscular. Os autores Starkey *et al.* (1996), usaram a Ultrassonografia (USG) para medir a espessura muscular no treinamento de resistência, durante 14 semanas, e observaram aumentos significativos no músculo da coxa direita. Aumentos na área de secção transversal são tipicamente acompanhados por aumentos na força muscular, que decorrem da combinação de adaptações neurais e hipertróficas (Garfinkel e Cafarelli, 1992).

A ultrassonografia tem sido um método amplamente usado para visualizar/avaliar a espessura muscular em decorrência do treinamento (Fleck e Kraemer, 2017; Ariji *et al.*, 2004), e está cada vez mais disponível nas avaliações das ciências do esporte. Outras vantagens da USG são seu custo relativamente baixo, portabilidade do método, a falta de desconforto (não-invasivo), além disso, o método é de fácil aplicação para a avaliação estática e dinâmica da musculatura (Scholtem *et al.*, 2003).

As imagens dos músculos fornecidas pela USG estão sendo bem estudadas e comparadas ao padrão ouro da Ressonância Magnética. O autor Bemben (2002), analisou a espessura muscular de 38 mulheres e chegou à conclusão que a USG pode fornecer um diagnóstico confiável para a atividade muscular semelhante ao da Ressonância, a um custo mais baixo (Coeficiente de variação na USG foi de 0,72-0,99 e na Ressonância foi de 0,90). Juul-Kristensen *et al.* (2000), também compararam as imagens da USG com as da Ressonância, e concluíram que o método de USG é apropriado para avaliar a espessura muscular.

Franchi *et al.* (2017), também testaram se as medidas de espessura muscular feitas pela USG, após 12 semanas de treinamento resistido, poderiam ser usadas como marcador válido de ressonância magnética muscular. Os autores apoiam o uso da USG nas medidas de espessura muscular como ferramenta confiável para o monitoramento das respostas hipertróficas.

Para Gomes *et al.* (2010), a confiabilidade das medidas de espessura da USG parece estar sujeita a resolução do equipamento, a identificação precisa dos locais de investigação e a experiência do profissional que manuseará o aparelho de USG. Parece estar sujeita também ao adequado relaxamento da musculatura a ser avaliada e monitorada, ao tempo de repouso desde a última sessão de treino e a localização exata da medida.

Além disso, a USG muscular também tem sido utilizada como ferramenta para avaliar e acompanhar a evolução da espessura muscular no treinamento de força com amplitude de movimento total e parcial (Pinto *et al.*, 2012). Newmire e Willoughby (2018), destaca a literatura limitada sobre a comparação dos treinamentos com amplitude de movimento e muito menos com a hipertrofia muscular. No entanto, não foi encontrado estudos que avaliassem a espessura muscular em treino parcial e total em atletas paralímpicos.

2.4 Ativação Muscular

A atividade elétrica gerada pelo músculo esquelético se tornou uma área de pesquisa importante para muitos cientistas, dentre elas a área da medicina esportiva e ciência do esporte (Clarys, 2000). A técnica utilizada para se estudar a atividade eletroquímica das fibras musculares ativas é a eletromiografia (EMG). A medida dos potenciais de ação gerados pela tensão no músculo é denominada de sinal eletromiográfico (sEMG). Fatores anatômicos, patológicos, ambientais, induções eletromagnéticas, dentre outros, podem interferir nas características e registros obtidos do sinal. Outros fatores que também podem interferir são: diâmetro das fibras musculares, o número de unidades motoras ativas, a velocidade de condução do potencial de ação ao longo da fibra muscular, o tipo de fibra

muscular e a taxa de disparo das unidades motoras (Konrad, 2005; De Castro, 2012; De Luca, 1997; Enoka, 2000).

Para obtenção do sEMG é necessário um eletromiógrafo. O registro do sinal pode ser feito através de elétrodos implantados diretamente na fibra (invasivo e doloroso) ou utilizando elétrodos posicionados na superfície da pele (não invasivo e sem qualquer desconforto). O sinal não invasivo captado é o resultado da superposição dos potenciais de ação das unidades motoras ativas, que resulta em um único sinal obtido pelo eletrodo colocado sobre a pele (De Castro, 2012, Rodrigues, 2016). A partir desse sinal é possível pesquisar as características e a influência das unidades motoras no processo de modulação da força muscular, tendo um *feedback* da ativação muscular envolvida no movimento (Sregeman *et al.*, 2000; Konrad, 2005).

Dentre as áreas de pesquisa da EMG podemos citar a investigação de quais músculos são utilizados em determinado movimento, o nível de ativação muscular durante a execução do movimento, estudos de atividade muscular em esportes, especificidade e eficiência dos métodos de treinamento, estudos de fadiga, relação entre a EMG e a força e assim por diante, tanto em indivíduos saudáveis quanto em pessoas com deficiência (Clarys, 2000).

O parâmetro da frequência mediana tem sido amplamente utilizado na investigação de como a fadiga muscular pode influenciar nas propriedades eletrofisiológicas do sistema neuromuscular, durante a realização de algum movimento (Enoka, 2000; De Castro, 2012). Um dos valores da EMG mais utilizado nos estudos é o valor *root mean square* (RMS), que representa a amplitude do sinal em contrações musculares voluntárias (De Luca, 1997).

Em seu artigo, Cavanagh (1974) discute alguns dos erros que podem ser cometidos nos estudos da EMG na Educação Física, por exemplo: se em determinadas condições, a amplitude do sEMG de um músculo em movimento é maior, não implica dizer que a força que está sendo gerada seja maior; outro erro comum ocorre quando se tenta comparar os sinais de músculos diferentes, dizendo que um está produzindo mais força que o outro.

Uma parte importante do treinamento no *Powerlifting* Paralímpico refere-se a um processo de aprendizagem para a ativação dos músculos, de modo a permitir que o atleta chegue o mais perto possível da maior ativação das fibras musculares (Knuttgen e Kraemer, 1987). Pois conforme a intensidade do exercício aumenta, gera um maior recrutamento das unidades motoras e, conseqüentemente, uma maior amplitude do sEMG (Stegeman *et al.*, 2000; Konrad, 2005; De Oliveira *et al.*, 2015).

3 . OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

- Analisar os efeitos de uma sessão de treino de força com repetição parcial e total em atletas do *Powerlifting* Paralímpico.

3.2 Objetivos específicos:

- Avaliar os indicadores de força nos treinos tradicional e parcial do *Powerlifting* Paralímpico;
- Avaliar a espessura muscular nos treinos tradicional e parcial do *Powerlifting* Paralímpico;
- Avaliar a ativação muscular nos treinos tradicional e parcial do *Powerlifting* Paralímpico.

4 . MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Desenho do Estudo

O estudo foi desenvolvido em três semanas, onde na primeira semana os sujeitos foram submetidos a familiarização e após 48 horas foram submetidos a testes de Eletromiografia e Ultrassonografia e após 48 horas de descanso foram submetidos a avaliação mecânica da força (Tempo, Índice de Fadiga, Pico de Torque e Taxa de Desenvolvimento de Força).

Na semana 2, foi realizado um sorteio onde a metade dos sujeitos foi submetida a pré-teste intervenção através do treino com repetições com amplitude completa e a outra metade foi submetida à intervenção com amplitude parcial no exercício supino. Após a intervenção foram realizados os testes (pós teste), lembrando que a mensuração da eletromiografia foi realizada na repetição cinco da quinta série. Nos demais dias os sujeitos descansaram. Na semana 3, os sujeitos inverteram a ordem, os que fizeram o treino com amplitude total foram submetidos ao treino com amplitude parcial e vice-versa.

A figura 1, demonstra o desenho experimental do estudo.

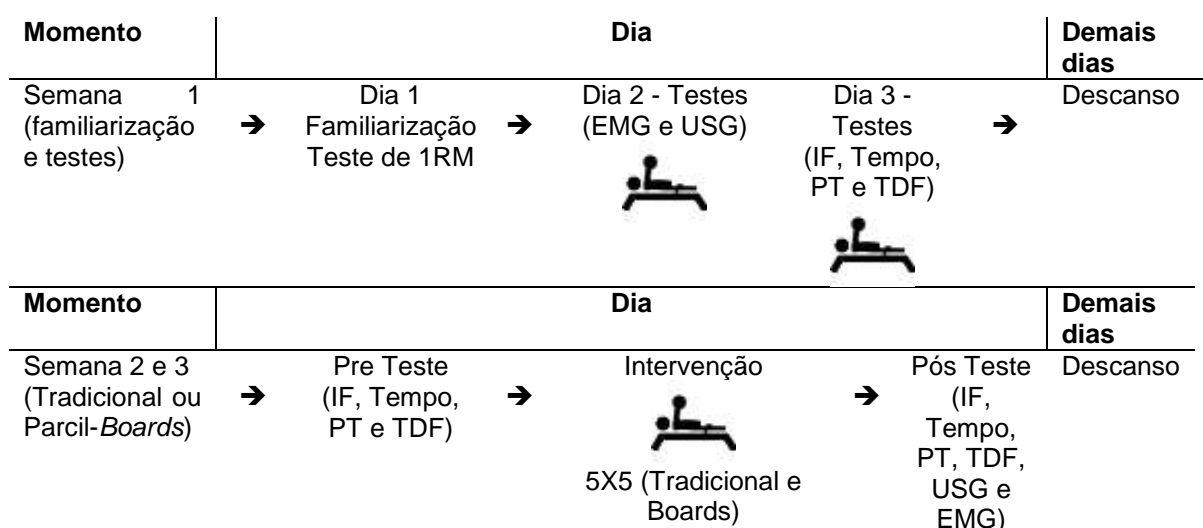


Figura 1: Desenho experimental – Programação semanal de treinamento

Legenda: IF: Índice de Fadiga, PT: Pico de Torque, Tempo: Tempo até a PT, TDF: Taxa de Desenvolvimento da Força, USG: ultrassonografia, EMG: Eletromiografia; Tradicional: Treino com resistência invariável, *Boards*: Treino com repetições parciais, 5X5: cinco séries de cinco repetições máximas.

4.2. Amostra

A amostra contou com 12 atletas de *Powerlifting* Paralímpico participantes do projeto de extensão da Universidade Federal de Sergipe – Sergipe – Brasil, com no mínimo de 12 meses de treinamento. Todos os participantes são competidores em nível nacional que atendiam aos pré-requisitos necessários do Comitê Paralímpico Brasileiro elegíveis para a disputa da modalidade (IPC, 2018). Dentre as deficiências cinco atletas apresentaram lesão medular em função de acidentes com lesão abaixo da oitava vértebra torácica, quatro apresentavam sequelas em virtude de poliomielite e três apresentaram má formação em membros inferiores. Os atletas participaram do estudo de forma voluntária e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com a resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, do Conselho Nacional de Saúde, em concordância com os princípios éticos expressos na Declaração de Helsinki (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2008 e 2013), da *World Medical Association*. O projeto foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe e aprovado com o seguinte parecer 2.637.882. Os dados de caracterização da amostra se encontra na tabela 1.

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos

	(Média±DP)
Idade (anos)	25,40±3,30
Peso Corporal (Kg)	70,30±12,15
Experiência (anos)	2,45±0,21
Teste de 1RM Supino (Kg)	117,40±23,37*
1RM/Peso corporal	1,67±0,28**

* Todos os atletas com cargas que os mantêm entre os 10 melhores de suas categorias em nível nacional.

** Valores acima de 1,4 no Bench Press, seriam considerados atletas de elite, segundo Ball e Wedman (2018).

4.3. Instrumentos e Procedimentos

A pesagem dos atletas foi realizada em uma Balança Michetti (Michetti, Brasil) eletrônica Digital do tipo plataforma, para facilitar a pesagem deles sentados, com capacidade de peso máximo suportado de 3000kg e dimensão de 1,50 x 1,50m.

Foram utilizadas para as repetições parciais, placas de madeiras com 2,5cm cada, num total de quatro, que juntas davam 10,0cm. As placas de madeira são conhecidas como *Boards* e foram utilizadas no treino com repetições parciais, conforme a especificação da figura 2, tendo em vista a carga levantada pelos atletas (Austin e Mann, 2012).

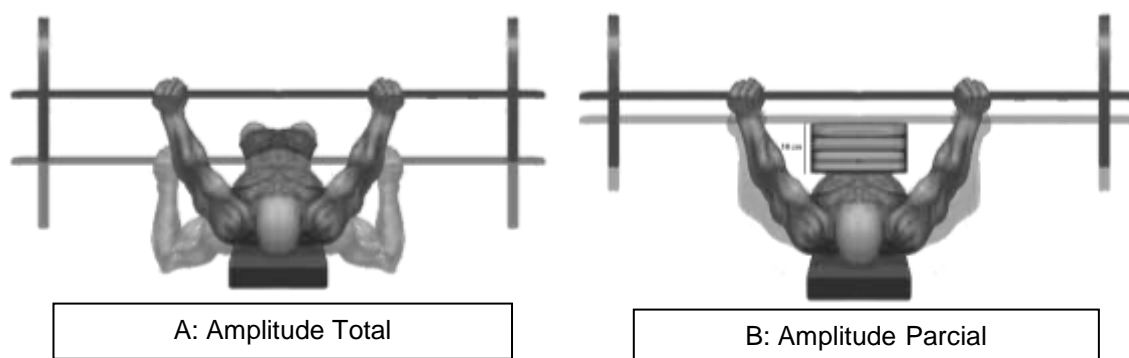


Figure 2: Métodos de Execução do Supino (A Repetição completa e B Repetição parcial).

Para realização do exercício supino foi utilizado um banco reto, uma barra e anilhas olímpica oficiais (Eleiko, Suecia), aprovado pelo *Internacional Paralympic Committee* (IPC, 2018).

4.3.1. Medidas de força

Os indicadores de força muscular – Índice de Fadiga (IF), Pico de Torque (PT), Tempo até a Força Máxima (Tempo) e Taxa do Desenvolvimento da Força (TDF) – foram determinadas por uma célula de carga Muscledlab (Modelo PFMA 3010 e MuscleLab System; Ergotest, Langesund, Noruega), fixada no banco de Supino Reto adaptado, através do uso de mosquetões modelo Spider HMS Simond (Chamonix, França), com carga de ruptura de 21 KN, aprovados para escalada pela *Union Internationale des Associations d'Alpinisme* (UIAA). Uma corrente de aço com carga de ruptura de 2.300 Kg foi utilizada para fixar a célula de carga ao banco. A distância perpendicular entre a célula de carga e o centro da articulação foi determinada e usada para calcular torques articulares e índice de fadiga (Bento *et al.*, 2010).

O pico de torque (PT) foi aferido pelo torque máximo gerado pelos músculos dos membros superiores. O PT foi determinado pelo produto do pico de força, aferida entre o ponto de fixação do cabo da célula de carga e o banco de Supino Reto adaptado, que foi ajustado para que houvesse uma angulação do cotovelo próximo de 90°, e a uma distância de 15cm do ponto inicial (Tórax a Barra), verificado com aparelho para mensuração de amplitude do movimento angular, Modelo FL6010 (Sanny, Brasil). Os participantes foram instruídos a realizar um único movimento máximo procurando a extensão dos cotovelos (o mais rápido possível) e relaxar, para avaliação do PT. Já para a avaliação do Índice de Fadiga (IF), foi feito o mesmo exercício e determinado que os sujeitos mantivessem a contração máxima por 10,0 segundos, onde o índice foi determinado pela divisão do PT inicial em relação ao PT final, subtraído de um. $IF = (((PT \text{ final} / PT \text{ inicial}) - 1,0) \times 100)$. Assim os resultados em Newton (N) foram concebidos pela fórmula $N = (M) \times (C) \times (H)$, onde M = Massa corporal em Kg, C = 9,80665, H = Altura da barra em relação a célula de carga (45 cm), correspondente a altura em que o equipamento foi fixado. A Taxa de Desenvolvimento da Força (TDF) foi mensurada através da relação entre tempo e desenvolvimento de força, adaptado da metodologia de Milner-Brown, Mellenthin e Miller (1986).

4.3.2 Medida de espessura muscular – Ultrassonografia

A ultrassonografia (USG) é uma técnica não invasiva, segura e precisa, usada para medir distâncias transversais dos músculos. A espessura muscular (MT) foi obtida usando um ultrassom Aloka SSD 500V, com um transdutor linear eletrônico de 7,5 MHz (UST-5512U-7,5, 38 mm, Aloka (Tóquio, Japão), frequência da onda. As imagens de ultrassom foram capturadas usando um ganho de 90 dB e uma ampliação que permite uma profundidade de 42,0 mm. do músculo Grande Peitoral, foram medidos pré e imediatamente após o treino. A fim de padronizar as medidas, as imagens foram adquiridas nas porções EternaI e Clavicular. Participantes antes e após o treino ficaram relaxados por 10 min para permitir a distribuição de fluídos antes das avaliações (Berg, Tedner e Tesch, 1993). Os participantes foram convidados a relaxar os músculos dos membros superiores e do tórax o máximo possível ao longo dos procedimentos e os membros inferiores

foram fixados com velcro afim de evitar a interferência de possíveis espasmos nos resultados. Os indivíduos permaneceram com cotovelos estendidos e relaxados, onde o cabeçote do aparelho utilizou uma varredura de 5,0MHz nos locais de medição sem pressionar o tecido, sendo identificadas as interfaces subcutânea do tecido adiposo e a interface do músculo-osso e, posteriormente, medidas essas distâncias que corresponderiam as espessuras para análise do edema. A uniformidade das compressões foi padronizada por controle de gráfico exibido simultaneamente à realização do exame na tela do aparelho (Reeves, Maganaris e Narici, 2004; Lixandrão *et al.*, 2014; Schneider, Rasband e Eliceiri, 2012). Os testes foram realizados no lado dominante, no caso específico da amostra todos eram destros, assim o teste foi todo realizado no lado direito dos sujeitos (Freriks e Hermens, 1999; Hermens *et al.*, 1999; Kelly, Kadrmas e Speer, 1996).

4.3.3. Medida de ativação muscular – Eletromiografia de superfície

A eletromiografia de superfície (EMG) é uma técnica de caráter não invasivo e não apresenta contraindicações, que avalia o potencial de ação das fibras musculares que entram em atividade no movimento (Correa *et al.*, 2011; Rodrigues, 2016).

A análise EMG utilizou o equipamento EMG 432C da EMGSystem nos músculos: Peitoral Maior porção Eterna (PME) e porção Clavicular (PMC), Deltoide anterior (DA) e Tríceps Braquial cabeça longa (TBL), que foram capturadas durante a execução da repetição cinco da quinta série nos diferentes métodos de treino.

Os elétrodos de superfície foram do tipo duplo, bipolar, descartáveis. Posicionados em distância média entre o ponto motor e o tendão dos músculos avaliados, paralelo as fibras musculares com distância de 20,0mm entre esses, também foi utilizado um elétrodo de referência fixo no olecrano de acordo com as recomendações do SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy For The Non-Invasive Assessment of Muscles) (Frerikis, Hermens, Biomedical e Programme, 2000). Antes dos testes, foi realizada a assepsia e tricotomia local e em seguida os pontos de medição de cada musculatura foram marcados com caneta de feltro. Para a retificação do sinal utilizou-se os filtros de passa-alta e passa-baixa (500-10) e o

offset. O maior sinal e a raiz quadrada das médias (RMS) foram utilizadas para apresentação dos sinais, e a normalização do sinal foi feito a partir da máxima.

4.3.4. Determinação da Carga

Foi realizado o teste de 1RM na semana de familiarização (semana 1), onde cada sujeito iniciou as tentativas com um peso que acreditasse pudesse ser levantado somente uma vez usando o esforço máximo. Foi adicionado então incrementos peso até se atingir a carga máxima que pudesse ser levantada uma vez. Caso o praticante não conseguisse realizar uma única repetição, era subtraído 2,4 a 2,5 % da carga, utilizada no teste (Fleck e Kraemer, 2004). Os sujeitos descansaram entre 3-5 minutos entre as tentativas. Todos os sujeitos foram submetidos ao teste antes e depois do treino com intervalo mínimo de 10 minutos entre os testes e a sessão de treino. O teste para determinação de 1RM foi feito nas duas semanas com no mínimo 72 horas de antecedência da intervenção.

4.3.5. Aquecimento

Durante a intervenção, os atletas realizaram um aquecimento prévio para membros superiores, sendo utilizado três exercícios (abdução dos ombros com halteres, extensão dos cotovelos na polia, rotação dos ombros com halteres) com três séries de 10 a 20RM em aproximadamente 10 minutos (Austin e Mann, 2012; La Motte e Campbell, 1978; Bonsu e Terblanche, 2016). Em seguida foi feito um aquecimento específico no próprio supino reto com 30% da carga para 1RM, onde foi realizado 10 repetições lentas (3,0 X 1,0 segundos, excêntrica x concêntrica) e 10 repetições rápidas (1,0X 1,0 segundos, excêntrica x concêntrica), para então dar início ao procedimento. Durante o teste, os atletas foram encorajados verbalmente para estimular seu máximo desempenho (Austin e Mann, 2012).

A ordem de intervenção, com amplitude completa do movimento ou com amplitude total foi determinado através de sorteio. Sendo que, na semana “2” a metade dos sujeitos iniciaram a intervenção com amplitude completa e a outra metade com amplitude parcial; e, na semana “3”, a ordem foi invertida, ou seja, quem treinou com amplitude parcial treinou com a amplitude completa e vice-versa.

4.3.6. Teste com *Boards* (parcial)

Os sujeitos foram submetidos aos testes de IF, PT, Tempo, TDF, espessura e ativação muscular. Seguindo-se a isso, após 10 minutos de descanso (La Motte e Campbell, 1978; Bonsu e Terblanche, 2016), os atletas foram submetidos a uma intervenção, na qual foram executadas as cinco séries de cinco repetições máximas (5RM), com carga de 130% 1RM com quatro *Boards* (10cm). Após a intervenção os sujeitos descansaram por 10 minutos e refizeram os testes de IF, PT, Tempo, TDF e espessura muscular (Austin e Mann, 2012). O teste de ativação muscular foi realizado durante a execução da repetição cinco da quinta série.

4.3.7. Teste com amplitude total

Os atletas foram submetidos aos testes de IF, PT, Tempo, TDF, espessura e ativação muscular. Após 10 minutos de descanso (La Motte e Campbell, 1978; Bonsu e Terblanche, 2016), foram submetidos a uma intervenção de cinco séries de cinco repetições máximas (5RM), com carga de 90% 1RM, sendo que nessa segunda intervenção, foi aplicado o método tradicional, utilizando apenas carga fixa (resistência invariável). Após o treino os sujeitos descansaram 10 minutos e foram refeitos os testes de PT e IF, Tempo, TDF, espessura muscular. O teste de ativação muscular foi realizado durante a execução da repetição cinco da quinta série.

4.4. Análise estatística

Foi feita a estatística descritiva sendo utilizadas as medidas de tendência central, média (\bar{X}) \pm Desvio Padrão (DP). Para a verificação da normalidade das variáveis foi utilizado o teste de Shapiro Wilk, tendo em vista o tamanho da amostra. Para a avaliação do desempenho entre os grupos foi feito o teste ANOVA (Two Way) (Condição x Momento) para medidas repetidas, com Post Hoc de Bonferroni. Para a determinação da Eletromiografia foi feito o teste “t” para amostras pareadas nos momentos durante a realização da repetição cinco da quinta série em cada condição. Para verificar o tamanho do efeito, foram utilizados os valores de eta (μp^2), adotando valores de baixo efeito (0,1 e 0,24), efeito médio (0,25 e 0,39) e

efeito alto (maior que 0,40) (Cohen, 1992). O tratamento estatístico foi realizado mediante o pacote computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS), versão 22.0. O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

Na tabela 2, estão apresentados os resultados encontrados através da célula de carga em relação a intervenção com o uso de *Boards* e método tradicional com resistência invariável. A visualização da cinética do ocorrido podem ser verificados nas figuras 3, 4, 5 e 6,

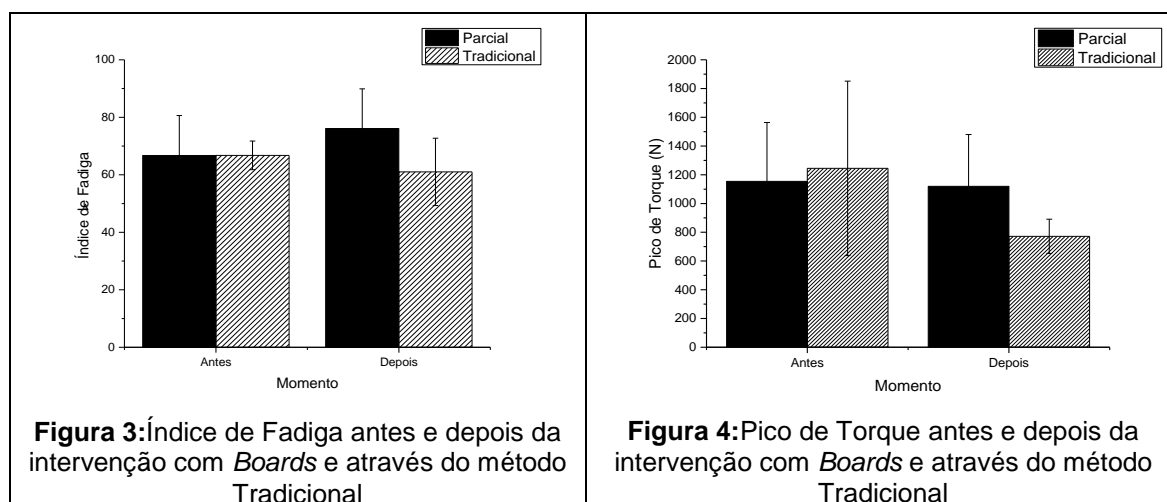
Tabela 2: Medidas de força em Newtons (N) (média \pm desvio padrão) antes e depois do treino com *Boards* e tradicional.

Variável	Pré-Teste	Pós-Teste	p
Parcial (IF)	66,73 \pm 13,88	76,12 \pm 4,98	0,306
Trad (IF)	66,76 \pm 13,77	61,02 \pm 11,71	
Parcial (PT)	1154,13 \pm 409,41	1119,68 \pm 360,30	0,237
Trad (PT)	1244,61 \pm 607,06	771,63 \pm 119,10	
Parcial (Tempo)	1,00 \pm 0,33	0,72 \pm 0,27	0,936
Trad (Tempo)	1,02 \pm 0,77	0,64 \pm 0,49	
Parcial (TDF)	1128,00 \pm 481,33	640,43 \pm 207,20	0,414
Trad (TDF)	1236,63 \pm 550,81	602,78 \pm 399,95	

* p < 0,05 (ANOVA two-way, e Post Hoc de Bonferroni).

Legenda: Parcial: Treino *Boards*; Trad: Método Tradicional, IF: Índice de Fadiga, PT: Pico de Torque, Tempo: Tempo até a força máxima, TDF: Taxa de Desenvolvimento da Força.

Verificou-se que os sujeitos não apresentaram diferenças significativas em relação ao IF, PT, Tempo e TDF, tanto ao se comparar pré e pós-testes, quanto entre os métodos de treino parcial e total.



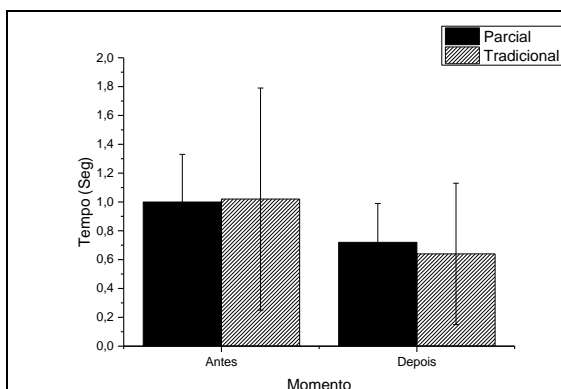


Figura 5: Tempo até o Pico de Torque antes e depois da intervenção com *Boards* e através do método Tradicional

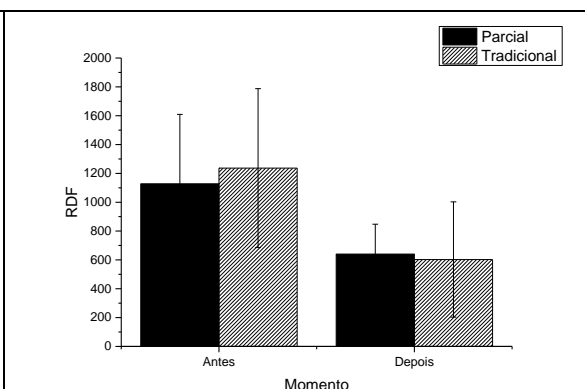


Figura 6: Taxa de Desenvolvimento da Força antes e depois da intervenção com *Boards* e através do método Tradicional

Na tabela 3, estão apresentados os resultados encontrados através do ultrassom em relação a intervenção Parcial e Tradicional, no músculo Peitoral Maior. A cinética do ocorrido podem ser visualizados nas figuras 7 e 8.

Tabela 3: Ultrassom (cm) (média \pm desvio padrão) antes e depois do treino com *Boards* e Tradicional.

Variável	Pré-Teste	Pós-Teste	μp^2
Parcial (ClaDir)	2,23 \pm 0,36	3,03 \pm 0,38 ^a	0,677
Trad (ClaDir)	2,09 \pm 0,39	3,34 \pm 0,43 ^b	
Parcial (EstDir)	2,32 \pm 0,29	2,97 \pm 0,30	0,629
Trad (EstDir)	2,22 \pm 0,39	3,33 \pm 0,38 ^c	

* $p < 0,05$ (ANOVA two-way e Post Hoc de Bonferroni).

Legenda: Parcial: Treino *Boards*; Trad: Método Tradicional, ClaDir: Porção Clavicular lado Direito, EstDir: Porção Esternal lado Direito.

a ($p=0,002$), b ($p=0,001$), c ($p=0,001$)

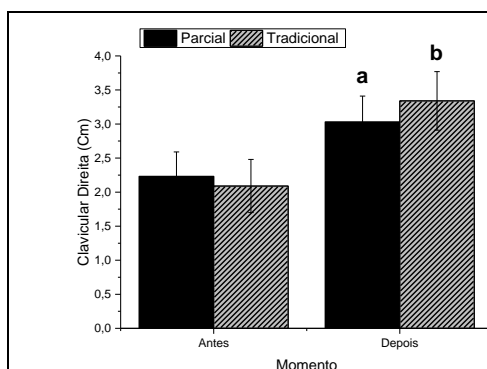


Figura 7: Espessura Muscular da Porção Clavicular antes e depois da intervenção com *Bords* e através do método Tradicional

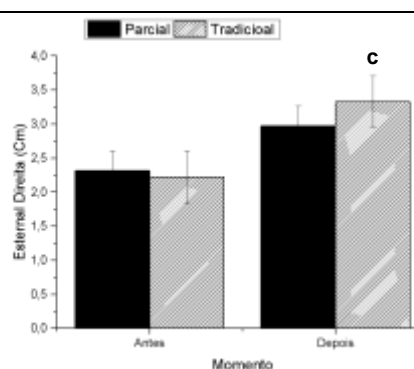


Figura 8: Espessura Muscular da Porção Esternal antes e depois da intervenção com *Bords* e através do método Tradicional

Verificou-se que os sujeitos apresentaram diferenças significativas na porção Clavicular nos pós Tradicional e Parcial em relação ao pré em ambos os métodos. Houve diferenças significativas no pós tradicional comparado aos demais momentos e condição. No que se refere a porção Esternal, houve diferenças significativas em relação ao pós tradicional em relação aos demais momentos e em relação ao pré em ambos os métodos.

Na tabela 4, se encontram os valores da EMG realizada na repetição cinco da quinta série nos treinos parcial e tradicional.

Tabela 4: Eletromiografia (mA) (média±desvio padrão) depois do treino com *Boards* e Tradicional.

Variável	Tradicional	Parcial	p
PeitEstMax	443,75±342,32	356,13±212,05	0,234
PeitEstRSM	84,81±66,6	70,94±51,2	0,347
DeltMax	530,29±555,45	384,3±284,26	0,504
DeltRSM	91,98±88,89	67,78±45,47	0,475
TricMax	9,36±2,88	10,68±3,06	0,248
TricRSM	2,49±0,6	2,8±0,79	0,207
PeitClaMax	7,53±0,87	7,88±0,92	0,506
PeitClaRSM	2,069±0,153	2,107±0,165	0,701

* p < 0,05 (Test "t" pareado).

Legenda: PeiEstaMax: Peitoral Porção Esternal Eletromiografia Máxima, PeiEstRSM: Peitoral Porção Esternal Eletromiografia RSM; DeltMax: Deltoide Eletromiografia Máxima; DeltRSM: Deltoide Eletromiografia RSM; TricMax: Tríceps Eletromiografia Máxima; TricRSM: Tríceps Eletromiografia RSM; PeiClaMax: Peitoral Porção Clavicular Eletromiografia Máxima, PeiClaRSM: Peitoral Porção Clavicular Eletromiografia RSM; RSM: Root Mean Square

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativa nos diversos grupos musculares em relação ao EMG Máxima e RSM.

6. DISCUSSÃO

O objetivo do nosso estudo foi avaliar o índice de fadiga, o pico de torque, tempo até o pico de torque, a taxa de desenvolvimento de força, a espessura muscular e a ativação dos músculos envolvidos numa sessão de treino com repetições totais e parciais no *Powerlifting* Paralímpico.

6.1. Indicadores de Força

O principal resultado com relação aos indicadores de força, foi que não houve diferença significativa entre os dois tipos de repetições com relação as variáveis estudadas, porém a sessão realizada com treino parcial (5x5 repetições com 130% de 1RM) apresentou maiores valores relacionados ao IF, PT, Tempo e TDF.

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Sullivan *et al.* (1996), que observaram maiores torques durante o treino com amplitude de movimento parcial. Bem como Clark *et al.* (2008), descobriram que a força máxima produzida no exercício supino, através do teste de 6RM, foi maior quando menores amplitudes foram realizadas. Estes mesmos autores demonstraram que é possível atingir um melhor desempenho utilizando amplitude parcial em um teste de 1RM, do que com a amplitude completa.

Em seus estudos Clark *et al.* (2008 e 2011), perceberam um maior desempenho de força durante um treinamento que utilizou amplitudes parciais, comparados aos que foram realizadas em amplitudes completa. Para os autores, programas de treinamento de resistência que enfatizam a alta produção de força em diferentes regiões da amplitude de movimento podem fornecer benefícios ao desempenho dos atletas, bem como um melhor controle do movimento.

Na pesquisa realizada por Bazylar *et al.* (2014), que avaliaram a amplitude do movimento no agachamento, sugerem que o treinamento com amplitude parcial pode ser proposto como uma modalidade de treinamento para melhorar a força. No entanto, os estudos tomados como referência não evidenciaram diferença significativa entre os grupos.

Os resultados encontrados em nosso estudo, também revelaram não haver diferença significativas nas variáveis estudadas (IF, PT, Tempo e TDF) entre os métodos, mesmo que o treinamento com amplitude parcial tenha utilizando cargas mais elevadas que o método com repetições com amplitude completa. O uso de cargas maiores pode explicar os valores mais altos encontrados no método parcial.

6.2. Espessura Muscular

No que se refere ao edema mensurado através do USG, foi verificado que os sujeitos apresentaram diferenças significativas na porção Clavicular nos pós Tradicional e Parcial em relação ao pré em ambos os métodos. Houve diferenças significativas no pós tradicional comparado aos demais momentos e condição. No que se refere a porção Esternal, houve diferenças significativas em relação ao pós tradicional em relação aos demais momentos e em relação ao pré em ambos os métodos. O poder do efeito foi grande entre os métodos. O treino tradicional produziu maiores valores sobre aspecto da espessura muscular, mesmo o treino sendo realizado com cargas relativamente menores.

O estudo de Pinto *et al.* (2012), utilizou o exercício de flexão de cotovelo com amplitude parcial e completa para avaliar força e espessura muscular dos flexores do cotovelo do membro direito através de 1RM e ultrassonografia durante 10 semanas. Os autores observaram que a repetição completa gerou mais hipertrofia em comparação com a repetição parcial. Assim como em nosso estudo, os valores da espessura deram significância tanto nos momentos pré e pós, quanto entre os tipos de treino, ocorrendo no treino com amplitude completa valores significativos. Isso pode ser explicado pela capacidade reduzida que a amplitude parcial tem de contração muscular.

Em outro estudo, Gomes *et al.* (2010), utilizaram o exercício de rosca bíceps com amplitude parcial e completa em um período de 10 semanas de treinamento, bissemanal, com intensidade que foi evoluindo de forma linear ao longo de todo o período para avaliar a força máxima, espessura muscular através da USG dos músculos Bíceps Braquial e do Braquial e perímetro do braço direito. Assim como no nosso estudo, amplitudes completas de movimento demonstraram ser mais efetivas, ainda que com cargas submáximas. Com relação a espessura muscular

também apresentaram similaridade, tendo diferença significativa entre o grupo que treinou com amplitude completa predominando sobre o parcial.

A revisão de literatura feita por Newmire e Willoughby (2018), teve o objetivo de destacar o que já foi produzido sobre amplitude parcial de movimento e investigar os possíveis mecanismos que podem influenciar a hipertrofia muscular neste tipo de movimento. Os autores dizem que a hipertrofia muscular pode ser influenciada pela amplitude escolhida durante o treinamento de resistência e que o treino com amplitude parcial pode ter benefícios hipertróficos semelhantes ao treino com amplitude total. Concluem informando que o treino com amplitude parcial é um método útil, principalmente para pessoas com dor nas articulações, na reabilitação e para competidores.

É consenso que o treino com repetições parciais possibilitam o uso de cargas mais elevadas, que tem como consequência o ganho de força (Fleck e Kraemer, 2017; Bazylar *et al.*, 2014; Clark *et al.*, 2008 e 2011), o que pode ajudar no treinamento de atletas do *Powerlifting* Paralímpico. Nossos resultados demonstraram que este tipo de método gera menor edema, tende a proporcionar menor tempo para a recuperação.

6.3. Ativação Muscular

Com relação a ativação muscular provocada pelas repetições totais e parciais no treino de atletas do *Powerlifting* Paralímpico, podemos observar que os dados da EMG em nosso estudo são os primeiros a demonstrarem que não há diferença significativa, com relação a ativação muscular, entre a intervenção com repetição tradicional e parcial (*Boards*).

O estudo de Graves *et al.* (1989), analisaram por meio de testes isométricos máximos diferentes amplitudes no exercício extensor de joelho. O estudo identificou que nas angulações analisadas do grupo com amplitude de movimento parcial, houve um aumento de força muscular significante comparado ao grupo que treinou com movimento completo.

Na pesquisa conduzida por Mookerjee e Ratamess (1999), perceberam que em um trabalho dinâmico com amplitudes de movimento parciais (ângulos menores de trabalho), onde foram realizados testes com 1 RM e testes com 5 RM,

observaram um aumento significativo no desempenho de 1RM (4,8%) e 5RM (4,1%), no treino parcial em comparação com o completo no exercício supino. Em outro estudo, Pinto *et al.* (2012), analisaram a influência de 10 semanas de treinamento periodizado, com diferentes amplitudes do exercício flexão de cotovelo, e foi percebido que houve um aumento de força significante no movimento parcial.

Da Silva *et al.* (2017), utilizaram a EMG para avaliar ativação muscular em ângulos diferentes no exercício agachamento. Segundo os resultados dessa pesquisa, os músculos glúteo máximo, bíceps femoral e soleos tiveram uma maior ativação no movimento parcial do que no movimento tradicional. A pesquisa de Correa *et al.* (2011), investigaram os flexores e extensores do joelho em diferentes angulações e apontaram o ângulo de 60° como o que tem vantagem mecânica muscular tanto para extensão quanto flexão do joelho. Considerando essa angulação como ótima para a produção de força.

De acordo com o estudo de Norwood *et al.* (2007), quanto mais instável é a execução de um movimento maiores serão os resultados da eletromiografia, mais especificamente o sinal *root mean square* (RMS). Sendo assim, o movimento parcial, por utilizar cargas mais elevadas, deveria provocar resultados de ativação maiores, mas não foi isso que observamos em nosso estudo. Uma possível explicação é que em nossa pesquisa os atletas permaneceram o tempo todo com os membros inferiores amarrados ao banco e isso pode ter causado uma estabilidade na hora de executar o movimento no momento das avaliações.

Os resultados desses estudos podem sugerir que o “*sticking region*” ou ponto de falha do movimento completo não foi alcançado na execução do movimento parcial. Lander *et al.* (1985), perceberam que o “*sticking region*” no exercício supino reto acontece em um momento de execução relativamente estável da amplitude realizada, independente de qual intensidade o exercício é realizado (75 ou 90% de 1RM). Em nosso estudo, a repetição parcial adotada não alcançou a posição do “*sticking region*”. Wilson, Elliot e Kerr (1989), observaram em seu estudo que a fase concêntrica do supino é realizada com maior dificuldade para mover a resistência externa devido a desvantagem mecânica. Isso pode ser o motivo pelo qual em nosso estudo, durante as sessões com movimentos parciais, foi possível realizar o exercício com cargas mais intensas, acima de 1RM dos atletas (130% 1RM), sendo

possível que esse aumento da carga possibilitasse a falta de significância entre os resultados, considerando a relação existente entre o volume e a intensidade no treinamento físico (Shimano *et al.*, 2006).

Assim Lixandrão *et al.* (2014), sugerem que o método parcial deve ser utilizado durante a fase do programa de treinamento de força. Para Clark *et al.* (2011), o treino com amplitude parcial produz adaptações musculares sem efeito negativo para o atleta.

Os resultados desse estudo indicaram não haver diferenças significativas nos indicadores de força e de ativação muscular entre os dois métodos de treinamento, mesmo o treino parcial ter usado cargas absolutas mais elevadas; e ter havido significância com relação a espessura muscular nas duas intervenções, mesmo a intervenção total ter usado carga menores. Por outro lado, a prescrição de treinamento parcial com as *Boards* traz um benefício em potencial ao treino, pois as cargas usadas vão se modificando à medida que as placas são colocadas. Dessa forma, em termos absolutos, a carga utilizada no método parcial excede e muito a do método tradicional. Consequentemente, se uma carga mais pesada é levantada a produção de força tende a aumentar (Massey *et al.*, 2004, 2005; Clark *et al.*, 2008). Esses mesmos autores também sugerem que a utilização de diferentes métodos de treinamento, como o parcial, pode ajudar na otimização do desempenho do atleta. No entanto, os mecanismos por trás da melhora de desempenho no treinamento parcial ainda não foram totalmente esclarecidos (Clark *et al.*, 2011).

7. CONCLUSÃO

O treino através de repetições parciais tem sido utilizado no *Powerlifting* Paralímpico, contudo, até a presente data ainda não estavam bem claras as diferenças e/ou semelhanças entre este método e o método com repetições completas. No caso de nosso estudo, foi verificado que o treino com repetições parciais e com repetições completas não apresentaram diferenças significativas nas variáveis de força e ativação muscular, apesar do treino com repetições parciais ter sido realizado com cargas absolutas maiores. O treino com repetições completa teve um edema maior, que tende a proporcionar uma fadiga aumentada por ocasião do treino.

O presente estudo concluiu que o treino parcial como um método de alta intensidade pode ser equiparado com o treino tradicional, segundo os resultados de indicadores de força, espessura e ativação muscular em atletas do *Powerlifting* Paralímpico. Assim, o treino com repetições parciais pode ser uma estratégia interessante para a periodização e planejamento do treinamento nesse esporte.

Neste sentido, os dois métodos podem ser utilizados como parte de um programa de treinamento, sendo o treino com repetições parciais uma possibilidade para se trabalhar com cargas mais elevadas. Logo, o uso combinatório dessas duas técnicas deve produzir ganhos complementares em força, tamanho e potência muscular.

8. REFERÊNCIAS

- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson SP, Halkjaer-Kristensen J, Dyhre-Poulsen P. (2000) Neural inhibition during maximal eccentric and concentric quadriceps contraction: effects of resistance training. *Journal of Applied Physiology*. 89(6), 2249-2257.
- Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. (2002) Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal Applied Physiology*. 93(4), 1318-26.
- Amadio AC, Serrão JC. (2007) Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*. 21:61-85.
- American College of Sports Medicine. *Manual de pesquisa das diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição*. 4^o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- Ariji Y, Sakuma S, Izumi M, Sasaki J, Kurita K, Ogi N, Nojiri M, Nakagawa M, Takenaka M, Katsuse S, Ariji E. (2004) Ultrasonographic features of the masseter muscle in female patients with temporomandibular disorder associated with myofascial pain. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 98(3), 337-341.
- Austin D, Mann B. *Powerlifting: The complete guide to technique, training, and competition*. Champaign: Human Kinetics, 2012.
- Baker DG, Newton RU. (2009) Effect of kinetically altering a repetition via the use of chain resistance on velocity during the bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 23(7), 1941-1946.

- Ball, R., & Weidman, D. (2018). Analysis of USA Powerlifting Federation Data From January 1, 2012–June 11, 2016. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(7), 1843-1851.
- Baroni BM, Pompermayer MG, Cini A, Peruzzolo AS, Radaelli R, Brusco CM. (2017) Full range of motion induces greater muscle damage than partial range of motion in elbow flexin exercise with free weights. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 31(8), 2223-2230.
- Bazyler CD, Sato K, Wassinger CA, Lamont HS, Stone MH. (2014) The efficacy of incorporating aptrial squats in strength training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 28(11), 3024-3032.
- Bemben MG. (2002) Use of diagnostic ultrasound for assessing muscle size. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 16(1), 103-108.
- Bento PCB, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki ALF. (2010) Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clinical Biomechanic* (Bristol, Avon). 25(5), 450–454.
- Berg HE, Tedner B, Tesch PA. (1993) Changes in lower limb muscle cross-sectional area and tissue fluid volume after transition from standing to supine. *Acta physiologica Scandinavica*. 148(4), 379-385.
- Berning JM, Coker CA, Briggs D. (2008) The biomechanical and perceptual influence of chain resistance on the performance of the olympic clean. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 22(2), 390-395.
- Bird SP, Tarpenning KM, Marino FE. (2005) Designing resistance training programmes to enhance muscular fitness: a review of the acute programe. *Sports medicine*. 35(10), 841-851.
- Bompa T. O. *Periodização: teoria e metodologia do treinamento*. 5º ed., Phorte, 2012.

- Bonsu B, Terblanche E. (2016) The training and detraining effect of high-intensity interval training on post-exercise hypotension in young overweight/obese women. *European Journal Applied Physiology*. 116(1):77-84
- Cavanagh PR. (1974) Electromyography: Its Use and Misuse in Physical Education, *Journal of Health, Physical Education, Recreation*, 45(5): 61-64
- Clark RA, Bryant AL, Humphries B. (2008) An examination of strength and concentric work ratios during variable range of motion training. *The Journal of Strength & Condition Research*. 22(5), 1716-19.
- Clark RA, Humphries B, Hohmann E, Bryant AL. (2011) The influence of variable range of motion training on neuromuscular performance and control of external loads. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 25(3), 704-711.
- Clarys JP. (2000) Electromyography in sports and occupational settings: an update of its limits and possibilities. *Ergonomics*, 43(10), 1750-1762.
- Correa CS, Da Silva BGC, Alberton CL, Wilhelm EM, Moraes AC, Lima CS, Pinto RS. (2011) Analysis of maximal isometric force and EMG signal in lower limb exercise. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 13(6), 429-435.
- Coutinho J. (2016) *Pliometria: sequência racional*. Coleção Treinamento Esportivo.
- Da Silva JJ, Schoenfeld BJ, Marchetti PN, Pecoraro SL, Greve JMD, Marchetti PH. (2017) Muscle Activation Differs Between Partial and Full Back Squat Exercise With External Load Equated. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 31(6), 1688-1693.
- De Castro APA. (2012) *Análise Eletromiográfica dos músculos bíceps braquial e reto femoral de portadores de diabetes mellitus do tipo 2 durante contração estática voluntária máxima*. Dissertação de Mestrado em Educação Física. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora.

- De Luca CJ. (1997) The use of surface electromyography in biomechanics. *Journal of applied biomechanics*, 13, 135-163.
- De Mello MT, De Oliveira Filho CW. *Esporte Paralímpico*. São Paulo: Editora Atheneu, 2012.
- De Oliveira MV, Aidar FJ, De Matos DG, Rego JTP, Spina MA, De Souza RF, Cabral BGAT, Dantas PMS. (2015) Halterofilismo paralímpico: Análise eletromiográfica do exercício supino. *Motricidade*, 11(S1), 146-152
- Drinkwater EJ, Moore NR, Bird SP. (2012) Effects of changing from full range of motion to partial range of motion on squat kinetics. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 26(4), 890-896.
- Enoka RM. (2000) *Bases neuromecânicas da cinesiologia*. 2. ed. São Paulo: Manole.
- Franchi MV, Longo S, Mallinson J, Quinlan JI, Taylor T, Greenhaff PL, Narici MV. (2017) Muscle thickness correlates to muscle cross-sectional area in the assessment of strength training-induced hypertrophy. *Scandinave Journal Medicine Science Sports*. 28(3): 846–853.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. (2004) *Designing resistance training programs*. 3ª Ed. Champaign-Urbana: Human Kinetics.
- Fleck SJ, Kraemer WJ. (2017) *Fundamentos do treinamento de força muscular*. (4ª ed). Porto Alegre: Artmed.
- Freriks B, Hermens HJ. (1999) SENIAM 9: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy, Results of the SENIAM Project. Enschede, Netherlands: Roessingh Research and Development.
- Garfinkel S, Cafarelli E. (1992) Relative changes in maximal force, EMG, and muscle cross-sectional area after isometric training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 24(11), 1220-1227.

- Gomes PSC, Meirelles CM, Leite SP, Montenegro CAB. (2010) Confiabilidade da Medida de Espessuras Musculares Pela Ultrassonografia. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 10(1), 41-45.
- Graves JE, Pollock ML, Jones AE, Colvin AB, Leggett SH. (1989) Specificity of limited range of motion variable resistance training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 21(1), 84-89.
- Grissom RJ, Kim JJ. (2005) *Effectsizes for research: A broadpractical approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hamill J.; Knutzen KM. *Bases biomecânicas do movimento humano*. (3ª ed). Barueri: Manole, 2012.
- Hermens HJ, Freriks B, Merletti R, Hagg G, Stegeman DF, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C. (1999) European Recommendations for Surface ElectoMyoGraphy. Enschede, Netherlands: *Roessingh Research and Development*. SENIAM 8
- Holzer N.; Ziltener JL.; Menetrey J. (2006) Plasticity of striated skeletal muscle: training effect and perspectives. *Revue medicale suisse*. 2(74), 1798-1804.
- International Paralympic Committee (IPC). Official website of IPC Powerlifting. *Rules*. Disponível em: <https://www.paralympic.org/powerlifting/about>. Acesso em: 08 de setembro de 2018.
- Juul-Kristensen B, Bojsen-Moller F, Holst E, Ekdah C. (2000) Comparison of muscle sizes and moment arms of two rotator cuff muscles measured by ultrasonography and magnetic resonance imaging. *European journal of ultrasound*. 11(3), 161-173.
- Kelly BT, Kadrmas WR, and Speer KP. (1996) The manual muscle examination for rotator cuff strength. An electromyographic investigation. *American Journal Sports Medicine*. 24(5): 581–588.

- Knuttgen HG, Kraemer WJ. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 1(1), 1-10.
- Konrad P. The ABC of EMG. (2005) *A Pratical Introduction to Kinesiological electromyography*. Scottsdale Road, Arizona/USA.
- La Motte RH, Campbell JN. (1978) Comparison of the responses of warmth and nociceptive C fiber afferents in monkey with human judgments of thermal pain. *Journal of Neurophysiology*. 41(2), 509–528.
- Lander JE, Bates BT, Sawhill JÁ, Hamill J. (1985) A comparison between free weight and isokinetic bench pressing. *Medicine and Science in Sports and Exercise, Hagerstown*.17(3), 344-53.
- Lixandrão ME, Ugrinowitsch C, Bottaro M, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, Min LL, de Souza EO, Laurentino GC, Libardi CA. (2014) Vastus lateralis muscle cross-sectional área ultrasonography validity for image fitting in humans. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 28(11), 3293-3297.
- Massey CD, Vincent J, Maneval M, Moore M, Johnson JT. (2004) An analysis of full range of motion training vs. partial range of motion training on the development of strength in untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 18(3), 518–521.
- Massey CD, Vincent J, Maneval M, Moore M, Johnson JT. (2005) Influence of range of motion in resistance training in women: early phase adaptations. *The Journal of Strength and Conditioning Research*. 19(2), 409-411.
- Milner-Brown HS, Mellenthin M, Miller RG. (1986) Quantifying human muscle strength, endurance and fatigue. *Archive Physical Medicine Rehabilitation*. 67(8), 530-535.
- Mookerjee S, Ratamess N. (1999) Comparison of Strength Differences and Joint Action Durations Between Fulland Partial Range-of-Motion Bench Press Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 13(1), 76-81.

- Newmire DE, Willoughby DS. (2018) Partial compared with full range of motion resistance training for muscle hypertrophy: a brief review and an identification of potential mechanisms. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 32(9), 2652-2664.
- Norwood J, Anderson GS, Gaetz M, Twist P. (2007) Electromyographic activity of the trunk stabilizers during stable and unstable bench press. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(2), 343-347.
- Pinto RS, Gomes N, Radaelli R, Botton CE, Brown LE, Bottaro M. (2012) Effect of range of motion on muscle strength and thickness. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 26(8), 2140-2145.
- Reeves ND, Maganaris CN, Narici MV. (2004) Ultrasonographic assessment of human skeletal muscle size. *European journal of applied physiology*. 91(1), 116-118.
- Rocha Jr VA, Gentil P, Oliveira E, Carmo J. (2007) Comparison among the EMG activity of the pectoralis major, anterior deltoidis and triceps brachii during the bench press and peck deck exercises. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 13(1), 43-46.
- Rodrigues LA. (2016) *Caracterização de variáveis cinemáticas e eletromiográficas da fase excêntrica no exercício supino reto em atletas paralímpicos*. Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia.
- Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW. (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*. 9(7), 671–675.
- Scholten RR, Pillen S, Verrips A, ZwartsMJ. (2003) Quantitative ultrasonography on skeletal muscles in children: normal values. *Muscle Nerve*. 27(6), 693-698.
- Scott W; Stevens J; Binder–Macleod S. (2001) A. Human skeletal muscle fiber type classifications. *Physical therapy*. 81(11), 1810-1816.

- Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, Volek JS, Hatfield DL, Silvestre R, Vingren JL, Fragala MS, Maresh CM, Fleck SJ, Newton RU, Spreuwenberg LPB, Hakkinen K. (2006) Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 20(4), 819-23.
- Starkey DB, Pollock ML, Ishida Y, Welsch MA, Brechue WF, Graves JE, et al. (1996) Effect of resistance training volume on strength and muscle thickness. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 28(10):1311-1320.
- Stegeman DF, Blok JH, Hermens HJ, Roeleveld K. (2000) Surface EMG models: Properties and Applications. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 10(5), 313–326.
- Sullivan J, Knowlton R, Devita P, Brown D. (1996) Cardiovascular response to restricted range of motion resistance exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research, Champaign*. 10(1), 3-7.
- Valamatos MJ, Tavares F, Santos RM, Veloso AP, Mil-Homens P. (2018) Influence of full range of motion vs. equalized partial range of motion training on muscle architecture and mechanical properties. *European Journal of Applied Physiology*. 118(9), 1969-1983.
- Willick SE, Cushman DM, Blauwet CA, Emery C, Webborn N, Derman W, Schwellnus M, Stomphorst J, Van de Vliet P. (2015) The epidemiology of injuries in powerlifting at the London 2012 Paralympic Games: an analysis of 1411 athlete-days. *Scandinave Journal Medicine Science Sports*. 26(10):1233-1238.
- Wilson G, Elliot B, Kerr G. (1989) Bar path and force profile characteristics for maximal and submaximal loads in the bench press. *International Journal of Sport Biomechanics*. 5:390–402.